

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-14414

(43) 公開日 平成7年(1995)1月17日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 2 1 V 8/00	C			
	D			
G 0 2 B 6/00	3 3 1	6920-2K		
G 0 2 F 1/1335	5 3 0	7408-2K		
			G 0 6 F 15/ 64	3 2 0 F
			審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 17 頁)	最終頁に続く

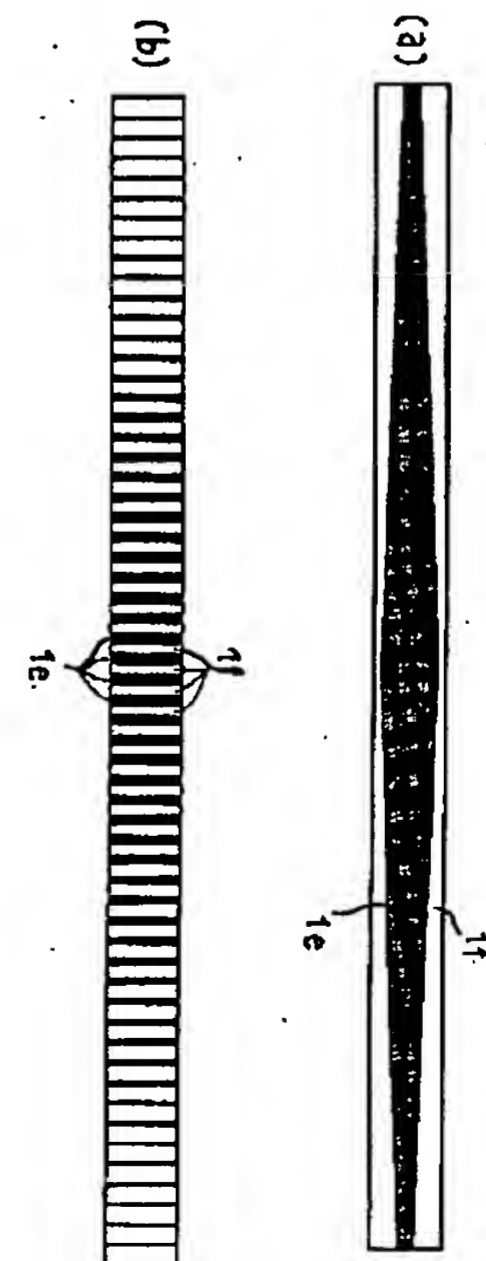
(21) 出願番号	特願平5-142427	(71) 出願人	000004008 日本板硝子株式会社 大阪府大阪市中央区道修町3丁目5番11号
(22) 出願日	平成5年(1993)6月15日	(72) 発明者	橋高 重雄 大阪府大阪市中央区道修町3丁目5番11号 日本板硝子株式会社内
		(72) 発明者	藤井 清澄 大阪府大阪市中央区道修町3丁目5番11号 日本板硝子株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 大野 精市

(54) 【発明の名称】 棒状照明体

(57) 【要約】

【目的】 走査装置用の透明体の散乱光を利用する照明する装置において、散乱光の強度のレベルを高く保ちつつ、その強度の均一性を向上させ、さらに透明体の散乱面で散乱した光をより多く原稿面に送り込むことを目的とする。

【構成】 その一側面を光散乱面とする棒状の透明体を用いた照明体装置において、この光散乱面の散乱係数を透明体の長さ方向の位置に応じて変化させることとし、さらに片端光源および両端光源に対して、その散乱係数を定量化する。このことによって、その散乱光の強度が大きく、しかもその強度の均一性のよい棒状照明体を得ることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 棒状の透明体において、その表面のうち一側面を光散乱面（1 a）とし、その光散乱面（1 a）に対向する面を光出射面（1 c）とし、残りの側面を光反射面として、かつ透明体の両方の端面（1 d）にそれぞれ光源（2）を配置することにより上記光散乱面を発光面となす照明体において、以下の条件をすべて満たすことを特徴とする棒状照明体。

（イ）光散乱面（1 a）は散乱部分（1 e）と光を散乱

$$(1) \quad F = F_0 + k \cdot p$$

$$(2) \quad F = F_{L/2} - k \cdot (p - L/2) \quad (L/2 \leq p \leq L \text{ の範囲})$$

ただし、 F_0 ：透明体両端におけるFの値、 $F_{L/2}$ ：透明体中心（ $p = L/2$ ）におけるFの値、 k ： $k = 2 \cdot$

$$(F_{L/2} - F_0) / L$$

（ニ） $F_{L/2} / F_0$ の値の範囲は、

$$2 \leq F_{L/2} / F_0 \leq 8$$

である。

【請求項2】 棒状の透明体において、その表面のうち一側面を光散乱面（1 a）とし、その光散乱面（1 a）に対向する面を光出射面（1 c）とし、残りの側面を光反射面として、かつ透明体の両方の端面（1 d）にそれぞれ光源（2）を配置することにより上記光散乱面を発光面となす照明体において、以下の条件をすべて満たすことを特徴とする棒状照明体。

（イ）光散乱面（1 a）は散乱部分（1 e）と光を散乱しない部分（1 f）が混在しており、上記光散乱面の散乱部分の割合は、透明体の長さ方向の位置に対して変化する。

（ロ）上記散乱面における散乱部分の割合をFとおいて、その変化は、透明体の長さをL、透明体の光源側端面を原点とする長さ方向の位置をpとして、以下の式で表わされる。p=0から、少なくともp=0.8Lまでの範囲において、

$$(3) \quad F = F_0 \cdot L' / (L' - p)$$

ただし、 L' は $L \leq L' \leq 1.2L$ であり、p=0の位置における散乱部分の割合Fの値を F_0 とする。

【請求項3】 以下の条件のうち、少なくとも1つの条件を満たすことを特徴とする棒状照明体。

（イ）透明体（1）側面のうち透明体散乱面（1 a）を挟む部分（1 g）が曲面形状をなし、散乱面で散乱される光が全反射されるようにしたこと。

（ロ）透明体（1）の光出射面（1 c）が凸レンズ形状をなし、その半径rは、

$$r_0 \leq r \leq 1.3 r_0$$

の範囲であり、かつ前記出射面（1 c）からの光を、照明される面（3）上に集光されるようにしたこと。ただし、透明体の屈折率n、光散乱面（1 a）と光出射面（1 c）の間隔を T_1 、光出射面から原稿面までの距離を T_2 としたとき、

$$r_0 = (n - 1) / \{ (n / T_1) + (1 / T_2) \}$$

しない部分（1 f）が混在しており、上記光散乱面の散乱部分の割合は、透明体の長さ方向の位置に対して変化する。

（ロ）上記散乱部分の割合は、透明体の長さ方向の中心に対して対称である。

（ハ）上記光散乱面における散乱部分の割合をFとおいて、その変化は、透明体の長さをL、片側端面を原点とする長さ方向の位置をpとして、以下の式で表わされる。

$$(0 \leq p < L/2 \text{ の範囲})$$

である。

【請求項4】 請求項1および請求項2において、透明体端面部（1 d）と光源（2）とを一体化することにより両者の境界に空気層をつくらないことを特徴とする棒状照明体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ファクシミリ、コピー機等に使用される走査装置の照明体に関して、特に線状の部分の照明する装置に関する。

【0002】

【従来の技術】ファクシミリ、コピー機等では、原稿を読み取るために走査装置が用いられている。走査装置には、縮小型、密着型、完全密着型といった種類がある。このうち、密着型走査装置の場合は、照明系、等倍結像光学系、センサーの各部分より構成されている。

【0003】走査装置の照明体は、原稿面の照度をセンサーによる読み取りが、可能な明るさ以上にしなければならない。照明すべき範囲は、走査方向には極めて狭く、走査方向と直角をなす方向（以下、長さ方向と呼ぶ）には広い線状である。長さ方向に原稿面照度のむらがあると、読み取りエラーの原因となるため、照度は一様であることが望ましい。

【0004】現在、この照明体としては、LED（発光ダイオード）チップを長さ方向に並べたLEDアレイが用いられている。このLEDアレイのチップの間隔が長くなると、周期的な照度のむらが大きくなってしまう。このため、LEDチップの数は、幅216mm（A4用紙の短辺幅）に対して30個程度必要となっている。

【0005】上記LEDアレイでは、十分な光量を確保することができるが、LEDチップを多数配置するので、コストの増大と電力消費が大きくなるという問題点がある。また、照度のむらを避けるためには、LEDチップと原稿面の間隔をある程度大きく取る必要があるので、走査装置全体を小型化するための障害にもなっている。

【0006】上記LEDアレイに代わる照明体としては、滑らかな表面を有した角柱あるいは円柱といった棒状の透明体を利用するものがある。

【0007】図3は、この透明体として四角柱を用いた一例である。透明体の両端にはLED2等の光源が配置され、光源から出射した光4は、透明体の表面で全反射を繰り返しつつ照明体中を伝播する。

【0008】ここで、照明体の一側面を、砂擦り面あるいは白色印刷面といった光散乱面1aにしておけば、透明体中を伝播しつつある光を、少量ずつ照明体の長さ方向と直角をなす方向に取り出し、原稿面3を照らすことができる。

【0009】この棒状の透明体を利用した照明体（以下、棒状照明体という）は、LEDアレイと比較すると、LEDチップの数を少なくすることができる、という利点がある。

【0010】また、この棒状照明体は、その長さ方向に連続的に発光するため、原稿面と棒状照明体の間隔を近づけても、原稿面の照度のむらが生じにくい、といった長所もある。さらに、この原稿面と棒状照明体の間隔を近づけられることは、原稿面の照度を大きくすることにもつながる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記の棒状照明体は、光源を片端もしくは両端にしか置くことができ

$$t \cdot I(p) = t \cdot I_0 \cdot \exp(-t \cdot p) \quad (4)$$

により表わすことができる。（以下、 t を減衰定数と呼ぶ。なおこの場合の t は、透明体の位置によらず一定であるとする）。

【0015】（4）式は、 p に対して単調減少する関数であり、減衰定数 t の値を小さくすればするほど、減少はゆるやかになるため、散乱光の強度分布の均一性を良くすることができる。しかし、 t の値を小さくすると散

$$\begin{aligned} t \cdot I(p) + t \cdot I(L-p) \\ = t \cdot I_0 \cdot \{ \exp(-t \cdot p) + \exp(-t \cdot (L-p)) \} \end{aligned} \quad (5)$$

となる。

【0017】長さ L の透明体の散乱光強度分布を考える場合には、減衰定数 t （単位は m^{-1} ）よりも、無次元数 $t \cdot L$ を用いる方がより一般的であるので、以下では t の代わりに $t \cdot L$ を使うことにする（以下、 $t \cdot L$ を散乱係数と呼ぶ）。

【0018】ここで、散乱係数 $t \cdot L$ の値を変えた場合の、散乱光の強度分布をシミュレーションにて求めた。その結果を図5に示す。

【0019】図5からわかるように、散乱係数の値が大きい場合（例えば $t \cdot L = 4$ ）には、両端部の散乱光の強度が大きくなるものの、中央部におけるその落ち込みは著しいことがわかる。これに対して、散乱係数が小さくなる（ $t \cdot L = 2$ ないし $t \cdot L = 1$ ）にしたがって、両端部と中央部分の散乱光の強度の差は小さくなり、 $t \cdot L = 1$ では非常に散乱光の強度の均一性はよくなることわかる。しかし、この均一性と引き換えに、全体の散乱光の強度レベルが低下してしまうこともわか

ないため、光量が不足しやすいという欠点を有する。また一般に、照明体の散乱面の輝度は、光源から離れるほど小さくなる。このため、例えば両端に光源を設置すると、棒状照明体中央部の散乱面の輝度が落ち込み、原稿面の照度が長さ方向に不均一となる、といった第1の問題点があった。

【0012】（第1の問題点）まず、第1の問題点について、詳しく検討する（以下、検討例1という）。

【0013】長さ L の四角柱状透明体の一側面を、均一な散乱面に、これに対向する面を光出射面に、他の側面を光反射面として、片側端面に光源を設置した場合の光の伝播および散乱について検討する。その模式図を図4に示す。

【0014】光源2を設置した端面1dから透明体の長さ方向の位置を p 、透明体の内部を伝播する光の強度を $I(p)$ とおく。光源2からの光が距離 p から $p + \Delta p$ を伝播する間に

$$I(p) \cdot \Delta p \cdot t \quad (t \text{ は定数})$$

の光が散乱されるものとする、 $I(p)$ は p の関数

$$I(p) = I_0 \cdot \exp(-t \cdot p)$$

（ただし、 I_0 は端面（ $p = 0$ ）における光強度）

により表わすことができる。また、散乱光の強度分布は

乱光の強度レベルも小さくなってしまい、という大きな問題点がある。したがって、散乱光の強度レベルを高く保ちつつ強度分布を均一化するためには、光源を透明体の片側のみに設置するよりも両側に設置する方が有利である。

【0016】透明体の両端に同じ明るさの光源を置く場合、散乱光の強度分布は、

る。

【0020】なお（5）式の場合、散乱光の強度は、透明体の長さ方向の中央（ $p = L/2$ ）で最小となり、その強度は

$$2 t \cdot I_0 \cdot \exp(-t \cdot L/2) \quad (6)$$

により表わされる。

【0021】さてここで、中央部の散乱光の強度を、最大にするための条件を検討する。そのためには、（6）式を t で微分して、これを0と置くことにより、上記強度を最大にするための t の値を求めることができる。その結果、 $t \cdot L = 2$ とすればよいことがわかった。

【0022】しかし、この場合でも図5に示すシミュレーションの結果より、中央部分での散乱光の強度の落ち込みはなお大きく、棒状照明体として用いるためには不適當であることがわかった。

【0023】（第2の問題点）また、透明体の散乱面を挟む面の断面形状が、例えば長方形のままであると、散乱面で散乱した光の全部を原稿面の照明に利用できな

い、という第2の問題点がある。この問題点について、詳しく検討する（以下検討例2という）。

【0024】棒状照明体の断面を長方形とし、その短辺をなす側面を散乱面とした場合の断面図を図6に示す。散乱面1aで散乱した光が散乱面を挟む面1bに入射する角度を θ として、透明体の屈折率が n の場合、透明体と空気との臨界角 θ_c は、

$$\sin \theta_c = 1/n$$

の式で求めることができる。

【0025】図6に示すように、 $\theta \geq \theta_c$ であれば散乱光は全反射されて光出射面1cへと向かい、原稿面3へと出射される。しかし、 $\theta < \theta_c$ であれば散乱光の一部は屈折光となって透明体外への漏光となるため、ロスとなってしまう。

【0026】また、同様に長方形断面の短辺をなす側面を散乱面とした場合について、散乱面から散乱される光線の広がり様子を図7に示す。通常の走査装置の場合、原稿面上で照明が必要な幅は1mm以下とごく狭いものである。しかしながら、図7では散乱光は透明体が原稿面上の必要な幅の外側まで広がり、光の利用効率が低下している。

【0027】以上述べた問題点に対して、本発明は以下の点を解決することを目的とする。第1の問題点に対しては、散乱光の強度のレベルを高く保ちつつ、その強度

$$(1) \quad F = F_0 + k \cdot p$$

$$(2) \quad F = F_{L/2} - k \cdot (p - L/2) \quad (L/2 \leq p \leq L \text{ の範囲})$$

ただし、 F_0 ：透明体両端における F の値、 $F_{L/2}$ ：透明体中心（ $p = L/2$ ）における F の値、 k ： $k = 2 \cdot$

$$(F_{L/2} - F_0) / L$$

(二) $F_{L/2}/F_0$ の値の範囲は、

$$2 \leq F_{L/2}/F_0 \leq 8$$

である。

【0030】以下にさらに詳しく説明する。まず、第1の問題点の解決手段について述べる。先の検討例1では、散乱係数 $t \cdot L$ が一定であった。このため、散乱係数の値を変えた場合でも、散乱光の強度の均一性と、全体の散乱光の強度レベルが両立しないことを明らかにした。

【0031】そこで、本発明では、散乱係数の値を透明体の長さ方向に変化させることによって、上記の第1の問題点を解決する。

【0032】つまり、透明体の両側に光源を設置する場合には、透明体の中央部での散乱係数を大きくして散乱

$0 < p < L/2$ のとき、

$$t \cdot L = 1.68 + 4.6p/L \quad \dots (7-a)$$

$L/2 \leq p < L$ のとき、

$$t \cdot L = 3.98 - 4.6(p - L/2)/L \quad \dots (7-b)$$

とすると、散乱光強度レベルと均一性が共に良好となることを見いだした。(7-a, b)式の場合の、散乱光強度分布のシミュレーションの結果を、上述の図5に併

の均一性を向上させること。第2の問題点に対しては、透明体の散乱面で散乱した光をより多く原稿面に送り込むこと。

【0028】

【課題を解決するための手段】そこで本発明では、棒状の透明体において、その表面のうち一側面を光散乱面

(1a)とし、その光散乱面(1a)に対向する面を光出射面(1c)とし、残りの側面を光反射面として、かつ透明体の両方の端面(1d)にそれぞれ光源(2)を配置することにより上記光散乱面を発光面となす照明体において、以下の条件をすべて満たす棒状照明体を作製した。

(イ) 光散乱面(1a)は散乱部分(1e)と光を散乱しない部分(1f)が混在しており、上記光散乱面の散乱部分の割合は、透明体の長さ方向の位置に対して変化する。

(ロ) 上記散乱部分の割合は、透明体の長さ方向の中心に対して対称である。

(ハ) 上記光散乱面における散乱部分の割合を F とおいて、その変化は、透明体の長さを L 、片側端面を原点とする長さ方向の位置を p として、以下の式で表わされる。

【0029】

$$(0 \leq p < L/2 \text{ の範囲})$$

$$(L/2 \leq p \leq L \text{ の範囲})$$

光の強度を大きくし、かつ透明体の両端でのそれを小さくすることによって、全体の散乱光の強度の均一性を向上させることができる。

【0033】また、透明体の片側のみに光源を設置する場合には、透明体の光源近傍での散乱係数を小さくして散乱光の強度を小さくし、かつ透明体の光源から離れた端でのそれを大きくすることによって、全体の散乱光の強度の均一性を向上させることができることを見いだした。

【0034】以下に、それぞれの場合について述べる。

【0035】(両側光源のパターンの場合)まず、透明体の両側に同じ明るさの光源を設置する場合について詳しく説明する。

【0036】本発明者らは、散乱係数 $t \cdot L$ の値を透明体の長さ方向の位置 p によって変化させた場合の散乱光強度を計算するシミュレーションを行なって、

せて示す。

【0037】この(7-a, b)式は、 p に関する単純な1次式であるので、 t の分布を実際の光散乱面につく

りこむことも容易に行なうことができる。つまり、 $t \cdot L$ の量に対応して、光散乱面の散乱状態を、透明体の長さ方向の位置に対して変化させればよい。

【0038】(7-a, b)式の代わりに、 p の2次以上の高次式とすることにより、散乱光の強度分布の均一性をさらに良くすることも可能である。しかしながら、実用上は(7-a, b)式のような単純な1次式で充分である。照度の最大値を \max 、最小値を \min として、照度のばらつきを

$$\{(\max - \min) / (\max + \min)\} \times 100 (\%)$$

と定義すると、(7-a, b)式によるばらつきをシミュレーションにて求めると、3.6%となる。照度のばらつきがこのくらい小さければ、走査装置の照明として充分に使用することができる。

【0039】つぎに具体的に、光散乱面を形成する方法について述べる。まず、光散乱面を散乱部分と光を散乱しない部分の混在状態とすると、光を散乱しない部分では光が全反射するので光の散乱には関係せず、散乱部分のみが光の散乱に関係する。したがって、光散乱面の散乱部分の割合を、透明体の長さ方向に変化させてやれば、その割合の変化に比例した散乱係数の分布をつくることができる。

【0040】例えば、図1(a)に示すように散乱部分1eを形成して、その外側を光を散乱しない部分1fとすれば、(7-a, b)式に示される散乱係数の分布を簡単に実現することができる。また、散乱部分の割合は

$$F = F_0 + k \cdot p$$

$$F = F_{L/2} - k \cdot (p - L/2)$$

で表わされる。ただし、散乱部分の割合 F の値は両端部では F_0 、中心部では $F_{L/2}$ とし、定数 $k = 2 \cdot (F_{L/2} - F_0) / L$ である。

【0046】 $F_{L/2} / F_0$ の値は(8-a, b)式の場合、 $F_{L/2} / F_0 = 3.98 / 1.68 = 2.37$ となる。これが、理想的な場合の $F_{L/2} / F_0$ の値である。

【0047】 $F_{L/2} / F_0$ の値を理想的な値2.37にほぼ等しくすると、例えば後述の実施例1に示されるようにほぼ均一な照度分布を得ることができる。ところが、実施例1は、透明体と光源の間に空気層が存在する場合であり、請求項4に記載したように、光源と透明体を一体化すると、透明体の両端における照度が著しく大きくなってしまふ。(その理由については後に詳しく説明する)。

【0048】したがって、光源と透明体を一体化する場合には、 $F_{L/2} / F_0$ の値を理想的な値の2.37よりも大きくして、透明体の両端における照度の上昇を補正してやることによって、より均一な照度分布とすることが

$$t \cdot L = L / (L' - p)$$

図1(a)に示すように、長さ方向に連続的に変化させることが望ましい。この場合、散乱部分の割合は、長さ方向の直角方向のある幅を持つ長方形の面積に対して、定義される。

【0041】しかし実用上は、図1(b)に示すような縦縞状のもので充分である。なお、この場合の散乱部分の割合は、作製した各散乱部分のピッチ毎の面積に対して、定義されることになる。

【0042】また、各散乱部分の中心間のピッチは、透明体の光出射面1cと原稿面3との距離以下であれば、照度の周期的なむら(変化)は無視できるほど小さくすることができる。もちろん、そのピッチは短ければ短いほどよいことはいふまでもないが、実用上は上述した通りである。

【0043】図1に示すような散乱部分のパターンは、例えば白色の塗料あるいはインクを透明体の平滑面に印刷することにより簡単につくることができる。同様の効果は、例えば白色ドット模様の密度を変化させる、といった方法によっても得ることができる。

【0044】しかし、実際に散乱係数 $t \cdot L$ の値を測定するのは困難である。そこで、光散乱面における散乱部分の割合 F を、散乱係数の代用として用いるのが便利である。

【0045】上記光散乱面1aにおける散乱部分1eの割合を F とにおいて、その変化は、透明体の長さを L 、片側端面を原点とする長さ方向の位置を p とすると、上記の(7-a, b)式は、

$$(0 \leq p < L/2) \quad (8-a)$$

$$(L/2 \leq p \leq L) \quad (8-b)$$

できる。

【0049】本発明者らの実験によれば、 $F_{L/2} / F_0$ の値を最大8程度まで大きくすることにより、光源と透明体を一体化する場合にも、均一な照度分布を得ることができる。

【0050】したがって、実際の照明体で均一な照度分布を得るために望ましい範囲は、

$$2 \leq F_{L/2} / F_0 \leq 8$$

である。

【0051】つぎに、透明体の片側のみに光源を設置する場合について詳しく説明する。

【0052】(片側光源のパターンの場合)光源を透明体の片側のみに設置する方法は、両側設置と比較すると光量の点では不利であるが、光源にかかるコストが低くなるという利点がある。

【0053】透明体の片側から強度 I_0 で入射してきた光を、透明体の長さ L にわたって均一に散乱させるためには、透明体における長さ方向の位置を表わす変数 p の原点を光源側の端面として、散乱定数 $t \cdot L$ を

$$(L' \text{は定数}) \quad (9)$$

と変化させるとよい。ただし、(9)式の定数 L' は $L \leq L'$

の条件を満たす必要があり、また L' の値は L に近いほど散乱光強度のレベルは大きくなることから、

$$L \leq L' \leq 1.2L$$

であることが望ましい。

【0054】ところで、(9)式による散乱係数の長さ方向の変化を

$$L' = L$$

$$L' = 1.1L$$

$$L' = 1.2L$$

の場合について示したものが図9である。図9より、散乱係数は p が L に近づく急速に増大することがわかる。散乱係数を大きくするためには、それに比例して散乱面の面積を大きくしなければならず、実際の照明体ではその実施が困難である。

【0055】しかし本発明者らは、(9)式のとおり散乱係数をむやみに大きくする必要のないことを見いだした。例えば、

$0 \leq p \leq 0.85L$ の範囲：散乱係数は(9)式による

$0.85 < p \leq L$ の範囲：散乱係数は一定値

とすることによって、実用上十分に均一な散乱光強度分布を得ることができる。

【0056】本発明者らの実験によると、光源側の端面($p=0$)から、少なくとも $p=0.8L$ までの範囲では、(9)式にしたがう散乱係数の分布にするのがよい。しかし、それ以降の範囲では、光源と反対側の端面の反射による戻り光の影響があるため、(9)式にしたがうよりも、散乱係数を一定値としたり、あるいは減少させると、散乱光強度をより均一化させることができる。

【0057】上述した同様に、光散乱面における散乱部分の割合 F を、散乱係数の代用として用いる。散乱係数の満たすべき条件を F の条件に置き換えると、 F の値が光源側端面では F_0 であるとして、 $p=0$ から、少なくとも $p=0.8L$ までの範囲において、

$$F = F_0 \cdot L' / (L' - p)$$

(ただし、 L' は $L \leq L' \leq 1.2L$ である)

となる。

$$\text{ベクトル } a \cdot \text{ベクトル } b$$

$$= |\text{ベクトル } a| \cdot |\text{ベクトル } b| \cdot \cos(90^\circ - \theta_c) \quad (10)$$

が成り立てばよい。

【0066】(10)式に

$$\text{ベクトル } a \cdot \text{ベクトル } b = x + y y'$$

$$|\text{ベクトル } a| = (1 + y'^2)^{1/2}$$

$$y' = \{x y - s(x^2 + y^2)(1 - s^2)^{1/2}\}$$

$$/ \{s^2(x^2 + y^2) - y^2\}$$

(11)

となる。

【0067】臨界角 $\theta_c = 42$ 度として、(11)式を数値計算し、曲線 $y = f(x)$ を求めたものが図12で

【0058】光散乱面を形成する方法については、透明体を両端に置く場合と全く同じである。光散乱面における散乱部分と光を散乱しない部分の混在状態の例を、図2(a)、(b)に示す。

【0059】(第2の問題点の解決手段)つぎに、第2の問題点である棒状透明体の断面形状の影響の解決手段について述べる。まず、散乱面の両端面の影響について述べる。

【0060】図6に示されるような、透明体外への漏光を防ぐためには、常に $\theta \geq \theta_c$ の条件が満たされれば良い。そのためには、散乱面の両側を斜めの平滑面とすれば良い。例えば、透明体の屈折率を1.5と仮定すると、臨界角 $\theta_c = 42$ 度となるので、図10に示すような透明体の断面形状とすれば、漏光を完全に防ぐことができる。

【0061】ところが、図10の場合は透明体の幅を W_d とすると、散乱面の幅を $0.1W_d$ しかとることができないため、散乱面の面積が小さくなりすぎて、光源からの光を有効に利用することができないという問題点が生じる。透明体の屈折率を大きくすれば、散乱面の幅を広げることができるが、屈折率の大きい透明材料は高価なのでコスト的に不利となる。

【0062】そこで、漏光を防ぎつつ散乱面の幅を大きくすることのできる表面形状について以下に説明する。

【0063】図11において、点(0, 0)から点(0, 1)までが、散乱面の中心から端部までに対応するとし、点(0, 1)を起点とする曲線が $y = f(x)$

で表わされるものとする。

【0064】曲線上の点(x, y)における接線の方法は、ベクトル $a = (1, y')$ であらわされる。ただし、 $y' = df(x)/dx$ である。原点(0, 0)から(x, y)に向かう光線の方法は、ベクトル $b = (x, y)$ で表わされる。もし、ベクトル a とベクトル b のなす角が $(90^\circ - \theta_c)$ であれば、光線ベクトル b はこの曲線 $y = f(x)$ 上に設けた反射面で全反射される。

【0065】上記の全反射条件が満たされるためには、ベクトル a とベクトル b の内積をとって、

$$|\text{ベクトル } b| = (x^2 + y^2)^{1/2}$$

$$\cos(90^\circ - \theta_c) = s \quad (s = \text{定数})$$

を代入して整理すると、

ある。

【0068】この場合、透明体の幅を W_d とすると、散乱面の幅は $0.53W_d$ となり、照明に十分な散乱面の

面積を確保することが可能となった。

【0069】つぎに、出射面のレンズ化について述べる。図7に示すように、透明体から出射した散乱光は、透明体の出射面の幅より、広がって原稿面を照明する。この広がりを小さくして、散乱光を原稿面上のより狭い範囲に集中させるためには、図13に示すように、透明

$$r = r_0 = (n-1) / \{ (n/T_1) + (1/T_2) \} \quad (12)$$

の場合に光散乱面の像（近軸光の焦点）を原稿面上につくることができる。 $r = r_0$ の場合における、散乱光の集中を光線追跡して求めたものの一例を図14に示す。

【0071】 $r = r_0$ とすると、図14に示すように、球面収差の影響で光の集中がやや悪くなるため、実用的には r を大きめにとり、

$$r_0 \leq r \leq 1.3 r_0$$

の範囲にすれば、充分な集光効果を発揮することができる。

【0072】透明体の屈折率を $n = 1.5$ 、光散乱面1aと光出射面1cの間隔を $T_1 = 8\text{mm}$ 、光出射面から原稿面までの距離 T_2 を 4mm として、

$$r = r_0 = 1.143\text{mm}$$

$$r = 1.2 r_0 = 1.371\text{mm}$$

$$r = 1.3 r_0 = 1.486\text{mm}$$

とした場合について、散乱光の光線追跡の様子を図14(a), (b), (c)にそれぞれ示す。

【0073】以上述べた第1および第2の問題点の解決方法に加えて、図8における発光部カバー2bの表面と空気層7の界面および空気層7と透明体端面1dのそれぞれの界面での反射光をなくすようにすると、さらに光源の光を効率よく透明体に入射することができる。

【0074】具体的には、透明体端面部1dと光源2とを一体化することにより、両者の境界に空気層5をつくらないことで実現することができる。この一体化の方法としては、透明体端面1dと光源2とを接着あるいは融着したり、また透明体1を合成樹脂で作成する場合には、例えば所望の棒状透明体の成形型の片端部もしくは両端部に光源を配置して、この中に流動性を持つ透明材料を充填固化して、透明体と光源とを一体化した棒状照明体を作製すればよい。

【0075】図15は、光源2にLEDを用いた例で、LEDと透明体端面1dを接着した場合を表わす模式図である。ここで、LEDの発光部カバー2b、接着材層6および透明体1の屈折率が同一であれば、全反射をお

$$(1) \quad F = F_0 + k \cdot p$$

$$(2) \quad F = F_{L/2} - k \cdot (p - L/2) \quad (L/2 \leq p \leq 0.9L)$$

$$(3) \quad F = F_0 \cdot L' / (L' - p)$$

(ただし、 $p = 0.1L$ から、少なくとも $p = 0.8L$ までの範囲)

【作用】本発明では、その一側面を光散乱面とする棒状の透明体を用いた照明体装置において、この光散乱面の散乱係数を透明体の長さ方向の位置に応じて変化させることとし、さらに片端光源および両端光源に対して、そ

体1の光出射面1cに凸レンズ状の曲面を形成することが可能である。

【0070】図13において、透明体の屈折率 n 、光散乱面1aと光出射面1cの間隔を T_1 、光出射面から原稿面までの距離を T 、光出射面1cは半径 r なる円弧の一部とするならば、

こすこともなく、界面での反射ロスも発生しない。したがって、光源2から出射された光4は、効率良く透明体内部に入射することができる。

【0076】ここで、LEDの発光部カバー2b、接着剤層6および透明体1の屈折率は、完全に一致することが理想的であるが、これを実現することはかなり困難である。しかしながら、この3つの材料の屈折率差が、それぞれ ± 0.1 程度の範囲内にあれば、臨界角の制限と界面による反射ロスは、図8に示すような空気層5を挟む場合と比較して、はるかに小さくなり、充分な効果が得られる。例えば、光線が界面に対して垂直に入射する場合の反射率を計算した結果を以下に示す。

【0077】界面の両側の屈折率を n_1, n_2 として、

(a) $n_1 = 1.5, n_2 = 1.0$ (空気) の場合の反射率は、 4.0%

(b) $n_1 = 1.5, n_2 = 1.4$ の場合の反射率は、 0.12%

(c) $n_1 = 1.5, n_2 = 1.6$ の場合の反射率は、 0.10%

である。

【0078】ところで、光源を透明体と一体化させると、図15に示すように、透明体の側面で全反射せずに、直接透明体外に飛び出してしまう光が発生しやすくなる（以下、直接光と呼ぶ）。この直接光は、光源に近いところでは原稿面の照度を大きくするため、照度分布の均一性を悪化させるものになる。したがって、光源と透明体を一体化する場合には、光源近くの散乱係数を小さくして、透明体の両端における直接光の影響を補正してやることが望ましい。

【0079】この一体化を行った場合、請求項1および2の散乱部分の割合の定義式(1), (2)および(3)の適用範囲は、それぞれ以下のようにすればよい。ただし、いずれの場合においても、 F_0 は $p = 0$ における F の仮想の値である。

【0080】

$$(0.1L \leq p < L/2)$$

$$(L/2 \leq p \leq 0.9L)$$

の散乱係数を定量化した。このことによって、その散乱光の強度が大きく、しかもその強度の均一性のよい棒状照明体を得ることができる。

【0081】また、この光散乱面を挟む部分を全反射を

おこさないような形状とすることにより、散乱した光を効率的に出射させることができる。さらに、透明体端面部と光源とを一体化することによって、光源から出射した光を効率良く透明体内部に入射することができる。その結果として、原稿面の照度を大きくすることができる。

【0082】

【実施例】

(実施例1) 透明体として、断面形状2mm×6mm、長さL=230mmの光学ガラス製(屈折率 $n_d=1.5491$ 、アッペ数 $\nu_d=50.1$)の四角柱を用いた。透明体の一側面(幅2mmの面)には、光散乱面を作製した。

【0083】この光散乱面は、透明体の長さ方向の直角方向に、例えば白色ラッカー塗料を塗布して散乱部分とする。この場合、各散乱部分の中心の間隔は、一定であるけれども、塗料等を塗布する幅を変化させている。このことによって、散乱面における散乱部分の割合Fを変化させている。なお、塗料の塗布されていない部分は、光を全反射させる。

【0084】図1(b)に模式的に示した縦縞パターンを、白色ラッカー塗料にて作製して散乱面とした。この図では、塗料を塗布する部分を黒く表示してある。パターン作製のための具体的数値を表1に記す。

【0085】

【表1】

各散乱部分の中心までの距離D (mm)	各散乱部分の幅W (mm)	各散乱部分の中心までの距離D (mm)	各散乱部分の幅W (mm)
1.89	0.95	121.97	3.94
5.89	1.06	128.82	3.75
10.01	1.18	135.48	3.56
14.25	1.30	141.95	3.38
18.61	1.42	148.24	3.20
23.10	1.55	154.36	3.03
27.71	1.68	160.30	2.86
32.45	1.81	166.09	2.70
37.33	1.95	171.71	2.54
42.35	2.09	177.17	2.39
47.52	2.24	182.48	2.24
52.83	2.39	187.65	2.09
58.29	2.54	192.67	1.95
63.91	2.70	197.55	1.81
69.70	2.86	202.28	1.68
75.64	3.03	206.90	1.55
81.76	3.20	211.39	1.42
88.05	3.38	215.75	1.30
94.52	3.56	219.99	1.18
101.18	3.75	224.11	1.06
108.03	3.94	228.11	0.95
115.00	4.00		

【0086】この散乱面における散乱部分の割合Fの値は、

$$F_0=0.24, \quad F_{L/2}=0.57 \quad (F_{L/2}/F_0=2.38)$$

である。なお、この場合のFを定義する単位面積は、各散乱部分によってピッチが異なっているので一定でない。

【0087】この散乱面を持つ透明体の両側端面に接して、LEDチップを各1個ずつ光源として置き(接着はしない)、棒状照明体から4mm離れた位置での照度I1を図17に示す配置で測定した。

【0088】LEDは、スタンレー電気(株)製、型番

PY1101Wを用いた。ただし、LEDの光源カバーは、平坦に削ってからポリッシュ面とした。発光部と光源カバー部表面との間隔は、約0.5mmとした。また、LED発光時の電流は、1個につき20mAとした。

【0089】照度I1を測定するためのセンサーとしては、受光部1mm径の光強度計を使用した。また、散乱面とその両側の側面については、アルミ箔で覆った。これは、散乱面から外へ出て行こうとする光、および側面から出射する屈折光を反射させて、透明体内部に戻して、照度をより大きくするためである。

【0090】実施例1による棒状照明体の照度I1の分

布を図18に示す。照明体の両端部を除いた照度I1の最大値をmax, 最小値をminとして、照度I1のばらつきを

$$\{ (max-min) / (max+min) \} \times 100 (\%)$$

と定義すると、ばらつきは11.8%である。照度I1のばらつきがこのくらい小さければ、走査装置の照明として十分に使用することができる。

【0091】この実施例1は、透明体端面と光源を一体化せず、かつFL/2/F0の値を理想値(2.37)とほ

ぼ一致させたため、ほぼ均一な照度分布を得ることができた例である。

【0092】(実施例2)透明体として、断面形状1.5mm×8mm、長さL=230mmの亚克力製(屈折率nD=1.4899)の四角柱を用いた。透明体の一側面(幅1.5mmの面)には、表2に記す縦縞パターンを白色亚克力塗料にて作成して散乱面とした。

【0093】

【表2】

各散乱部分の中心までの距離D (mm)	各散乱部分の幅W (mm)	各散乱部分の中心までの距離D (mm)	各散乱部分の幅W (mm)
3	0.37	119	2.33
7	0.45	123	2.26
11	0.52	127	2.18
15	0.59	131	2.11
19	0.66	135	2.04
23	0.74	139	1.97
27	0.81	143	1.89
31	0.88	147	1.82
35	0.95	151	1.75
39	1.03	155	1.68
43	1.10	159	1.60
47	1.17	163	1.53
51	1.24	167	1.46
55	1.31	171	1.39
59	1.39	175	1.31
63	1.46	179	1.24
67	1.53	183	1.17
71	1.60	187	1.10
75	1.68	191	1.03
79	1.75	195	0.95
83	1.82	199	0.88
87	1.89	203	0.81
91	1.97	207	0.74
95	2.04	211	0.66
99	2.11	215	0.59
103	2.18	219	0.52
107	2.26	223	0.45
111	2.33	227	0.37
115	2.40		

【0094】この散乱面における散乱部分の割合Fの値は、

$$F_0=0.08, \quad F_{L/2}=0.60 \quad (F_{L/2}/F_0=7.50)$$

である。なお、この場合のFを定義する単位面積は、6mm²である。

【0095】透明体の両端には、LED(シチズン電子(株)製、型番CL-190YG)を各4個、計8個並

べ、それぞれに20mAの電流を流して発光させて光源とした。LEDのピーク波長は570nmである。

【0096】LEDと透明体端面は、透明なエポキシ樹脂系接着材(例えば、昭和高分子(株)性、アラルダイト(登録商標)ラピッド)(屈折率nD=1.57)を用いて接着した。また、散乱面とその両側の側面については、同様にアルミ箔で覆った。

【0097】棒状照明体から4mm離れた位置での照度

11を、図17に示す配置で測定したときの照度11の分布を図19に示す。図19には、LEDと透明体端面を接着しない場合の照度11の分布も併記してある。図19より、LEDと透明体端面を接着することにより、照度レベルが約10(1x)以上も大きくなることがわかった。

【0098】実施例2では、透明体端面と光源とを接着により一体化したので、 $F_{L/2}/F_0$ の値を7.50と理想値(2.37)より大きくすることにより、直接光による棒状照明体両端部の照度の上がりすぎを減らしてある。

【0099】(実施例3)透明体として、長さ $L=230$ mmの光学ガラス製(屈折率 $n_d=1.5491$ 、アッペ数 $v_d=50.1$)の棒を用いた。透明体の断面は、図23に示すように $1.5\text{mm}\times 8\text{mm}$ の長方形の一部分を曲線となした形状とした。曲線部の形状は図12に示すものと相似である。

【0100】この散乱面には、表3に具体的数値を記す縦縞パターンを白色アクリル塗料にて作成して散乱面とした。

【0101】

【表3】

各散乱部分の中心までの距離D (mm)	各散乱部分の幅W (mm)	各散乱部分の中心までの距離D (mm)	各散乱部分の幅W (mm)
3	0.69	119	3.88
7	0.81	123	3.76
11	0.93	127	3.65
15	1.04	131	3.53
19	1.16	135	3.41
23	1.28	139	3.29
27	1.40	143	3.17
31	1.52	147	3.05
35	1.63	151	2.94
39	1.75	155	2.82
43	1.87	159	2.70
47	1.99	163	2.58
51	2.11	167	2.46
55	2.23	171	2.34
59	2.34	175	2.23
63	2.46	179	2.11
67	2.58	183	1.99
71	2.70	187	1.87
75	2.82	191	1.75
79	2.94	195	1.63
83	3.05	199	1.52
87	3.17	203	1.40
91	3.29	207	1.28
95	3.41	211	1.16
99	3.53	215	1.04
103	3.65	219	0.93
107	3.76	223	0.81
111	3.88	227	0.69
115	4.00		

【0102】散乱面における散乱部分の割合Fの値は、 $F_0=1.00$, $F_{L/2}=0.15$ ($F_{L/2}/F_0=6.67$)

である。なお、この場合のFを定義する単位面積は、 6mm^2 である。

【0103】透明体の両端には、LED(スタンレー電気(株)製、型番PY1101W)を各1個用い、発光

時の電流は1個につき20mAとした。ただし、LEDの光源カバーは平坦に削ってからポリッシュ面とした。発光部と光源カバー部表面との間隔は約0.5mmとした。LEDのピーク波長は570nmであり、LED発光時の電流は1個につき20mAとした。

【0104】LEDと透明体端面は、透明なエポキシ樹脂系接着材(例えば、昭和高分子(株)性、アラルダイ

ト（登録商標）ラピッド）を用いて接着した。また、散乱面とその両側の側面については、同様にアルミ箔で覆った。

【0105】棒状照明体から4mm離れた位置での照度I1を、図17に示す配置で測定したときの照度I1の分布を図21に示す。

【0106】この実施例3の比較例として、断面形状1.5mm×8mm、長さL=230mmで、散乱面を挟む面に曲面を持たない光学ガラス製（屈折率 $n_d=1.5491$ 、アッベ数 $\nu_d=50.1$ ）の四角柱を用いた場合の、照度I1の分布を図21に併記する。比較例の散乱面パターンは、表3に記したものと同一である。そのほかの測定条件は、すべて実施例3と同じとし

た。

【0107】実施例3の照度レベルは、上記比較例よりも10～20%大きく、漏光防止の効果が認められた。

【0108】（実施例4）透明体として、断面形状1.5mm×8mm、長さL=230mmの光学ガラス製（屈折率 $n_d=1.5491$ 、アッベ数 $\nu_d=50.1$ ）の四角柱を用いた。

【0109】透明体の一側面（幅1.5mmの面）には、図2（b）に模式的に示される縦縞パターンを白色アクリル塗料にて作成して散乱面とした。パターンの具体的数値を表4に記す。

【0110】

【表4】

各散乱部分の中心までの距離D (mm)	各散乱部分の幅W (mm)	各散乱部分の中心までの距離D (mm)	各散乱部分の幅W (mm)
0	0.20	116	0.77
4	0.41	120	0.80
8	0.41	124	0.83
12	0.42	128	0.86
16	0.43	132	0.89
20	0.44	136	0.92
24	0.44	140	0.96
28	0.45	144	1.00
32	0.46	148	1.04
36	0.47	152	1.09
40	0.48	156	1.14
44	0.49	160	1.20
48	0.50	164	1.26
52	0.51	168	1.33
56	0.52	172	1.41
60	0.53	176	1.50
64	0.55	180	1.60
68	0.56	184	1.71
72	0.57	188	1.85
76	0.58	192	2.00
80	0.60	196	2.18
84	0.62	200	2.40
88	0.63	204	2.40
92	0.65	208	2.40
96	0.67	212	2.40
100	0.69	216	2.40
104	0.71	220	2.40
108	0.73	224	2.40
112	0.75	228	2.40

【0111】表4のパターンは、光源側端面を原点とする長さ方向の位置をp、散乱面における散乱部分の割合をFとして、以下の数式に基づくものである。

【0112】 $0 \leq p \leq 0.87L$ の範囲で

$$F = F_0 \cdot L' / (L' - p)$$

$$L' = 240 \text{ mm}$$

$$F_0 = 0.10$$

$$0.87L < p \leq L \text{ の範囲で}$$

$$F = 0.60$$

また、上記のL'の値は、 $1.043L$ に相当する。な

お、この場合のFを定義する単位面積は、 6 mm^2 である。

【0113】透明体の片端には、LED（シチズン電子（株）製、型番CL-190YG）を4個並べ、それぞれに20mAの電流を流して発光させて光源とした。LEDのピーク波長は570nmである。

【0114】LEDと透明体端面は、透明なエポキシ樹脂系接着材（例えば、昭和高分子（株）性、アラルダイト（登録商標）ラピッド）を用いて接着した。また、散乱面とその両側の側面については、同様にアルミ箔で覆った。

【0115】棒状照明体から4mm離れた位置での照度I1を、図17に示す配置で測定したときの照度I1の分布を図22に示す。実用上、十分に均一な散乱光強度分布を得ることができる。

【0116】

【発明の効果】本発明の棒状照明体を用いれば、従来のLEDアレイに比べて小数の光源によって線状の範囲を均一に明るく照明することができる。また、光源から出射された光を有効に照明に利用することができる。

【0117】その結果として、少ない消費電力で比較的明るい棒状照明体を得ることができる。さらに、棒状照明体が光源と一体物として製作されているので、走査装置の組立時の工数低減にも役立つ。

【0118】また、特に透明体端部を平滑化する必要がないので、その端部は切断面のままでもよく、これも低コストにつながる。

【0119】したがって、走査装置の低コスト化に大きく貢献するものである。また、小型化にも有利である。

【図面の簡単な説明】

【図1】請求項1の透明体散乱面のパターンを表わす模式図。

【図2】請求項2の透明体散乱面のパターンを表わす模式図。

【図3】棒状照明体の原理を表わす説明図。

【図4】棒状照明体における散乱光強度を説明する図。

【図5】棒状照明体の散乱光強度分布の計算結果を表わす図。

【図6】透明体の散乱面で散乱された光が漏光となることを説明する図。

【図7】透明体の散乱面で散乱された光の広がりを表わす図。

【図8】光源と透明体端面の間に空気層が存在する場合

を模式的に示した説明図。

【図9】散乱係数の長さ方向における変化を表わす図。

【図10】散乱面の両側を斜めの平滑面とした透明体の断面図。

【図11】散乱光を全反射させるための条件を説明する図。

【図12】散乱面の両側を曲面した透明体の断面図。

【図13】透明体の光出射面を凸レンズ状とした場合を表わす図。

【図14】透明体の光出射面を凸レンズ状とした場合の光線集中を表わす図。

【図15】透明体端面と光源とを一体化した状態の説明図。

【図16】表1、2、3、4におけるDとWを説明する図。

【図17】本発明の実施例における照度I1の分布の測定方法を説明する図。

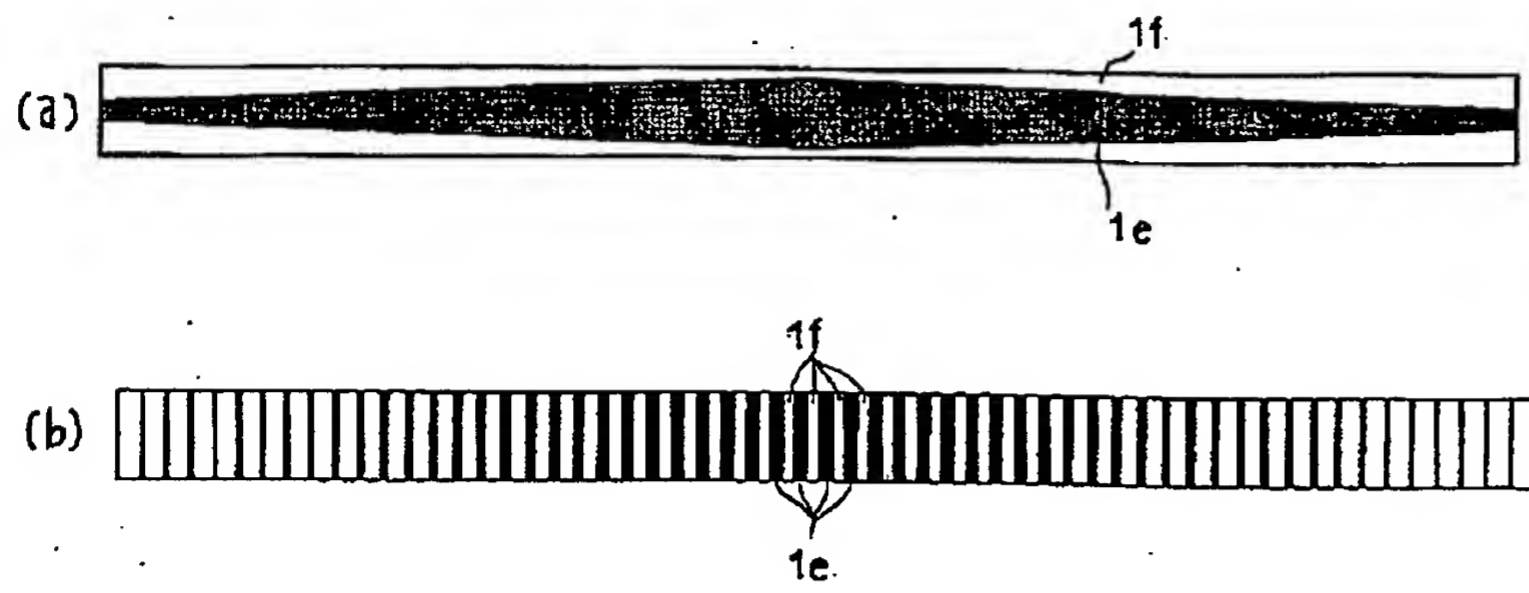
【図18から21】本発明の実施例1から5における、それぞれの照度I1の分布の測定値を表わす図。

【図22】本発明の実施例3における透明体の断面形状を表わす図。

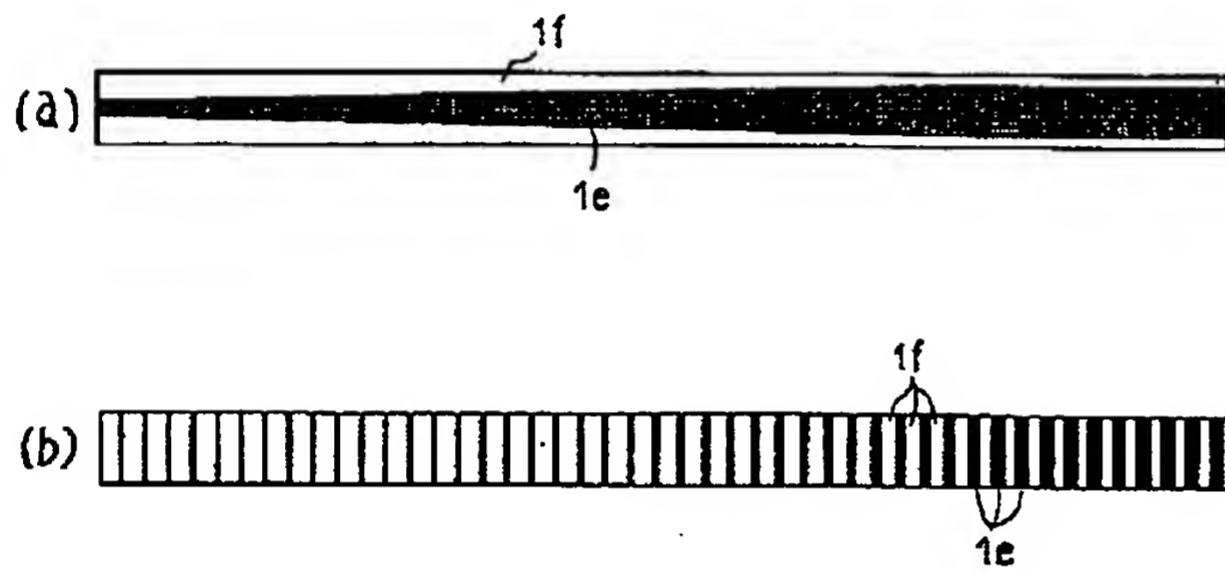
【符号の説明】

- 1 棒状透明体
- 1 a 棒状透明体の光散乱面
- 1 b 棒状透明体の光散乱面を挟む面
- 1 c 棒状照明体の光出射面
- 1 d 棒状照明体の端面
- 1 e 棒状照明体の光散乱面の散乱部分
- 1 f 棒状照明体の光散乱面の光を散乱しない部分
- 2 光源
- 2 a 光源の発光部
- 2 b 光源発光部カバー
- 3 原稿面
- 4 光線
- 5 空気層
- 6 接着剤層
- 7 光強度計のセンサー
- 8 アルミ箔
- I 散乱光強度
- I1 照度
- D 各散乱部分の中心までの距離
- W 各散乱部分の幅
- Wd 透明体の幅

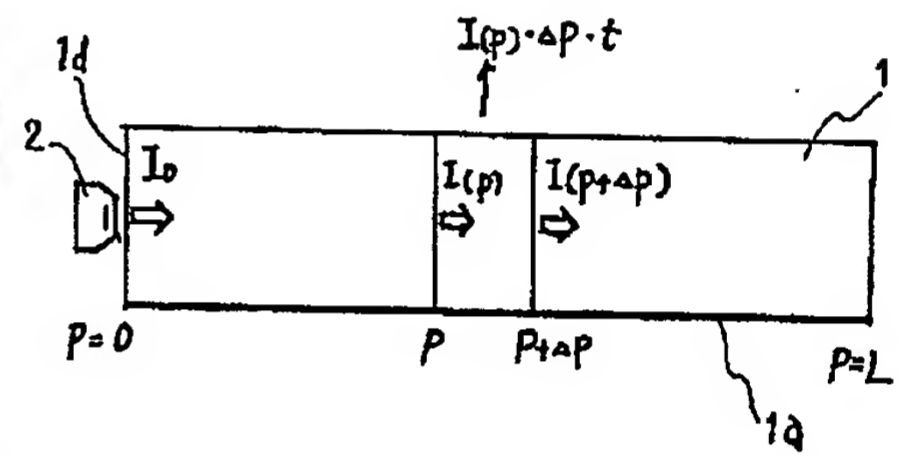
【図 1】



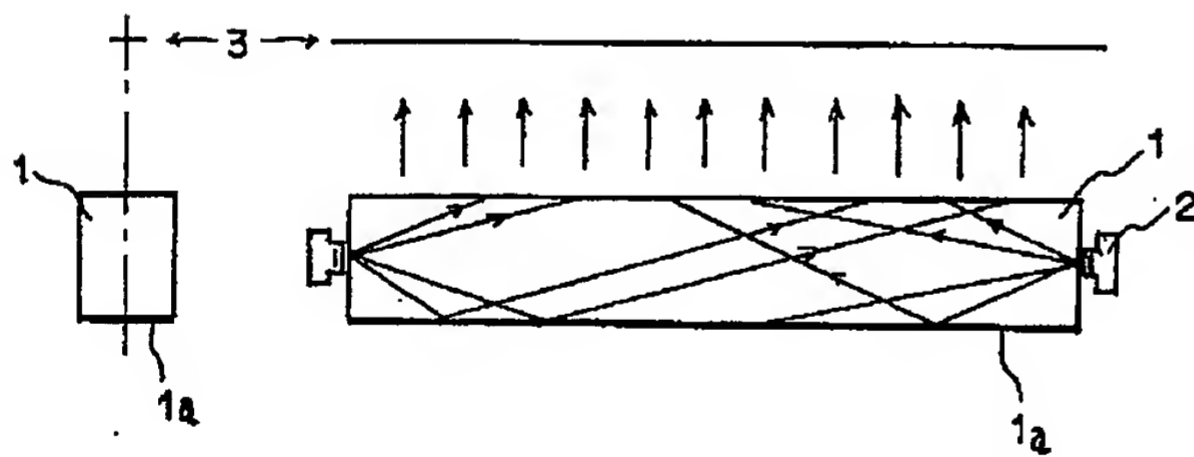
【図 2】



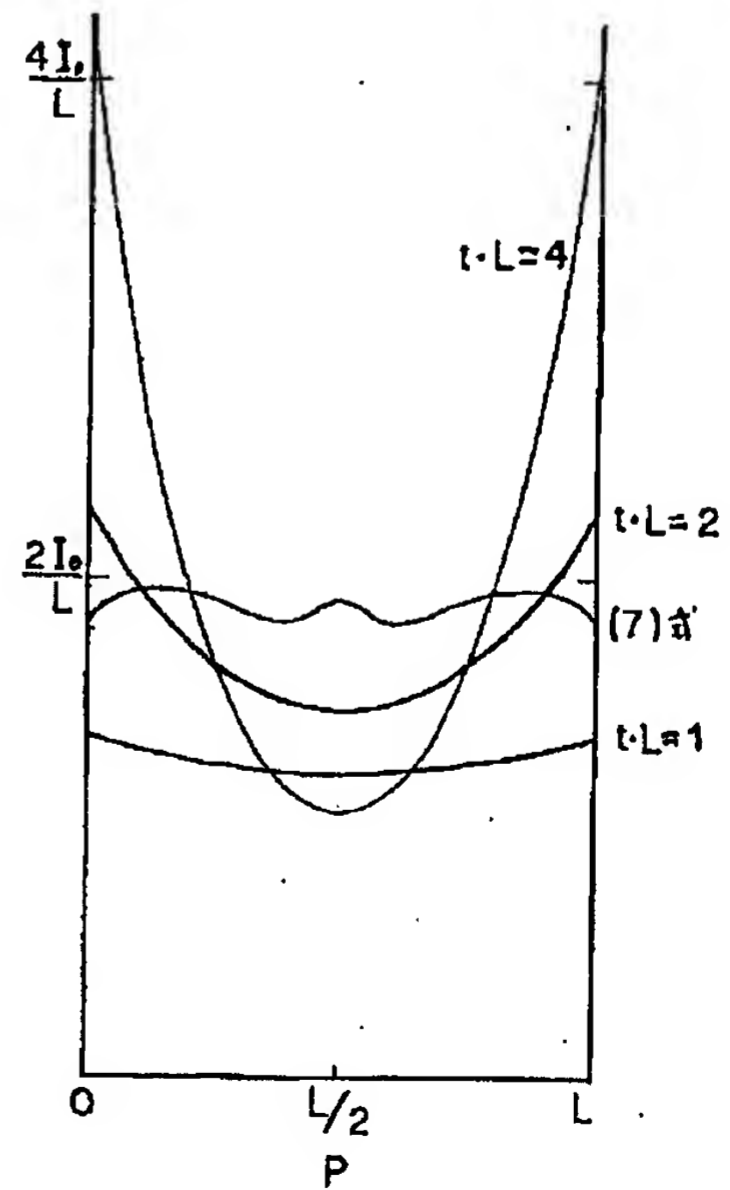
【図 4】



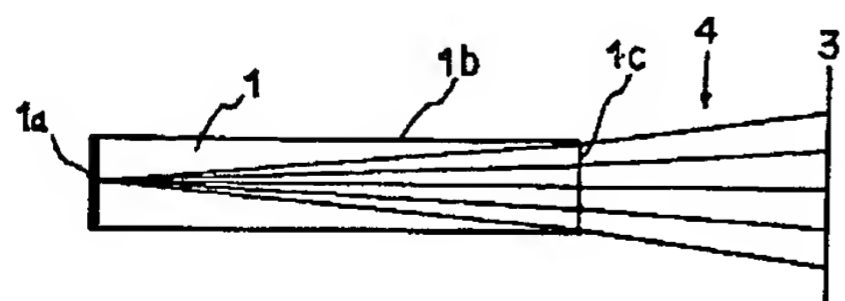
【図 3】



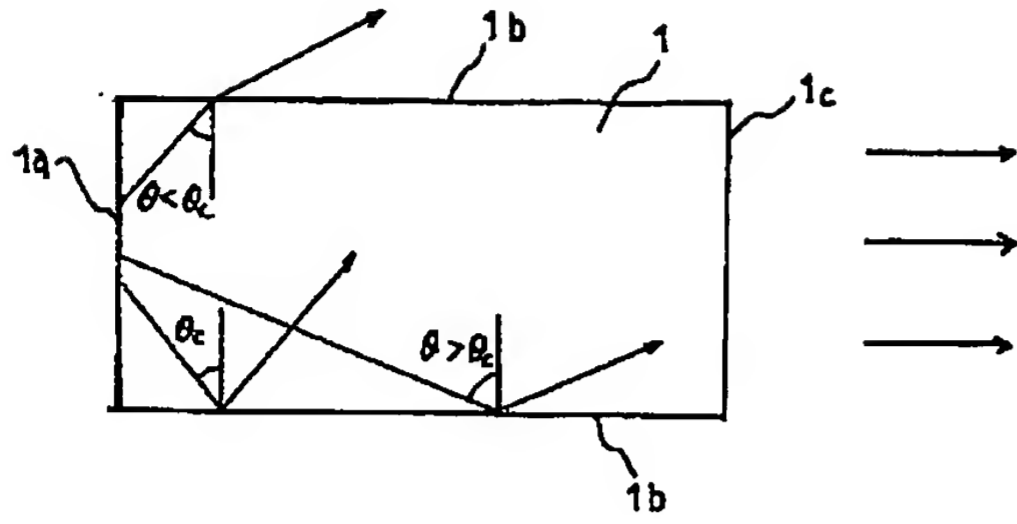
【図 5】



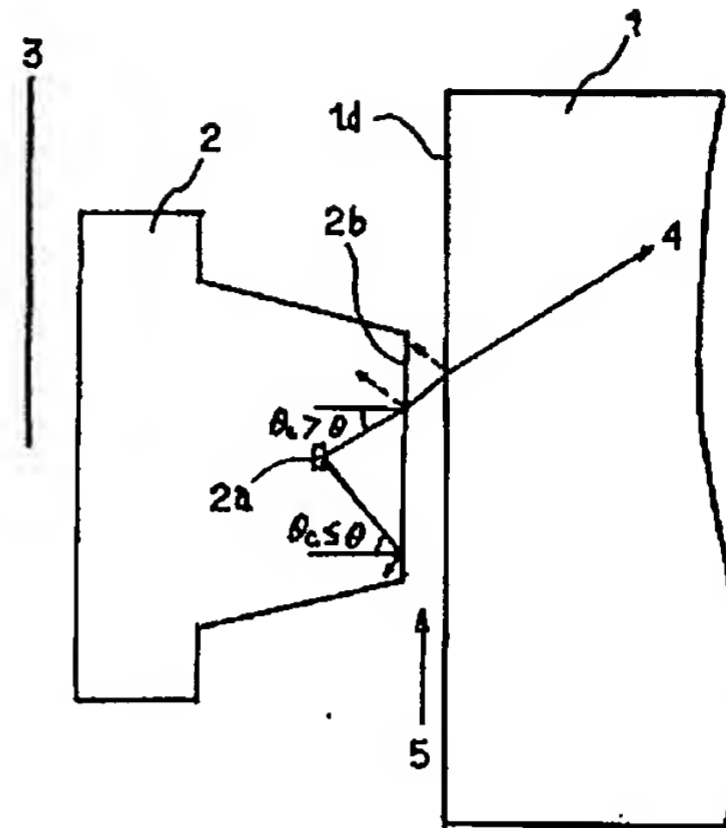
【図 7】



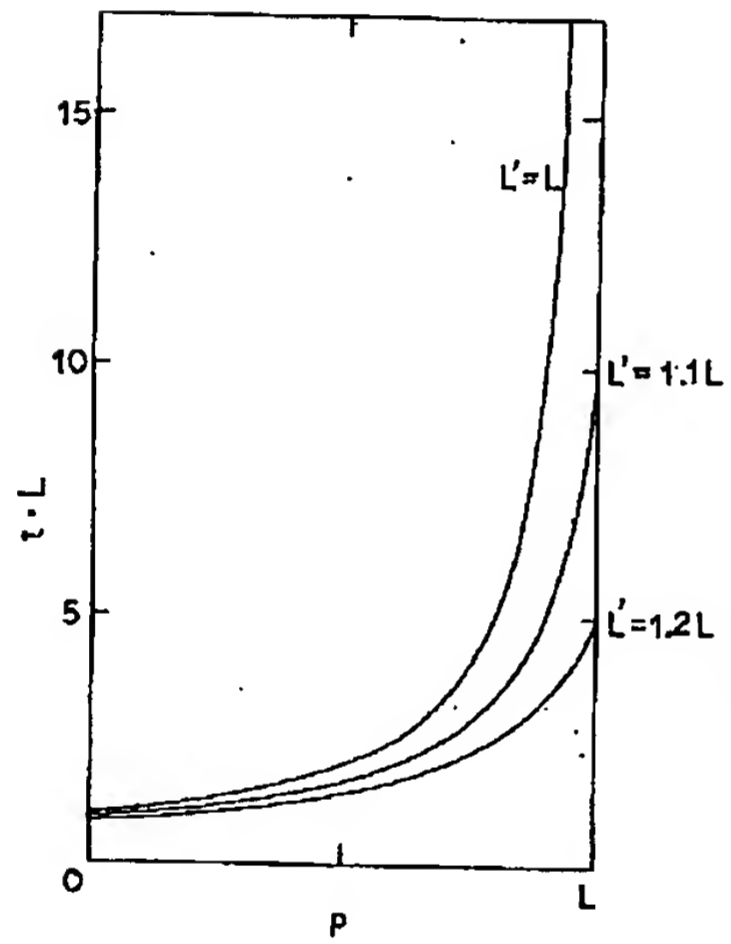
【図6】



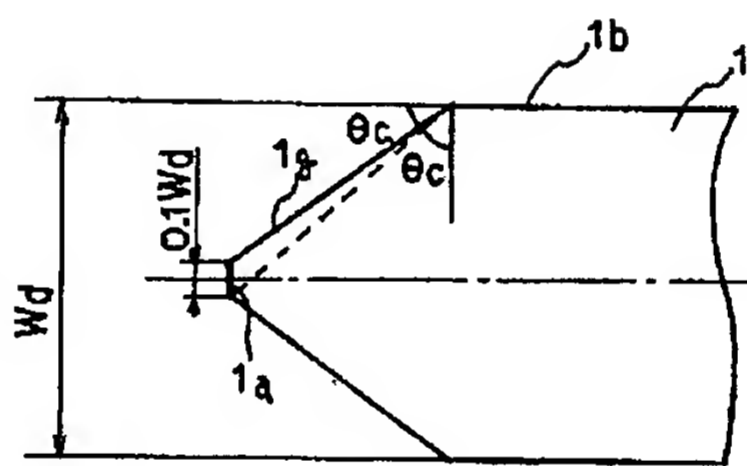
【図8】



【図9】

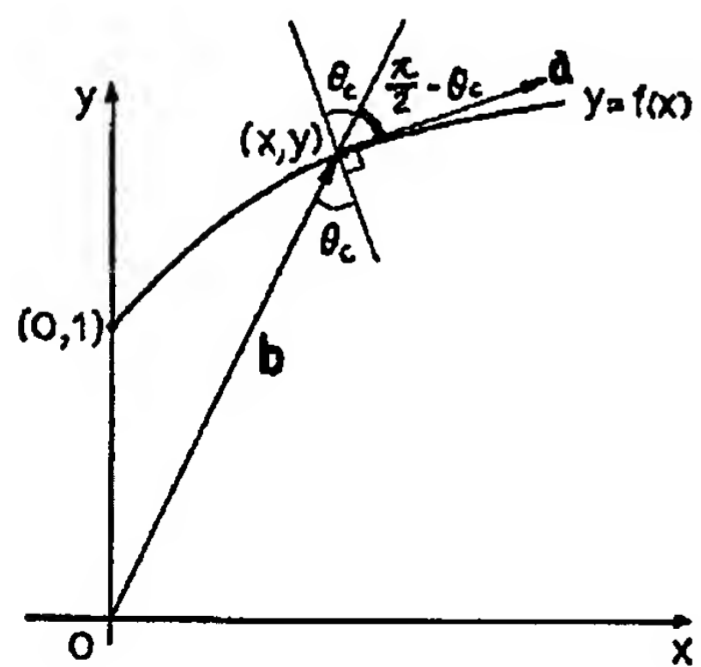


【図10】

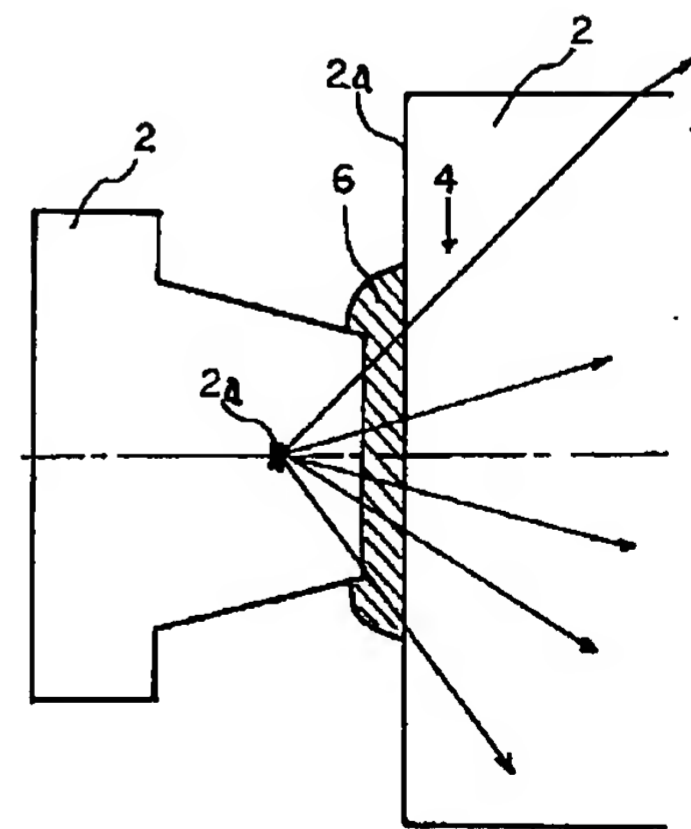
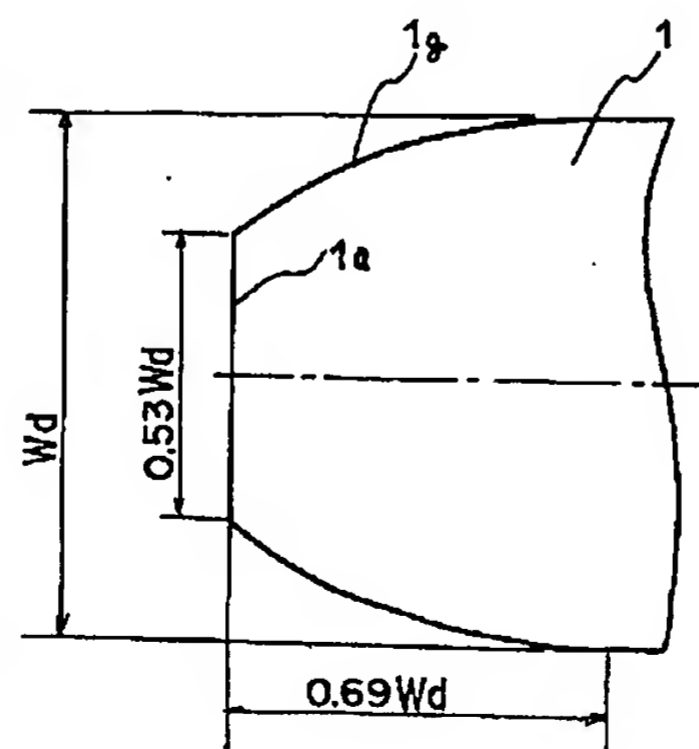


【図15】

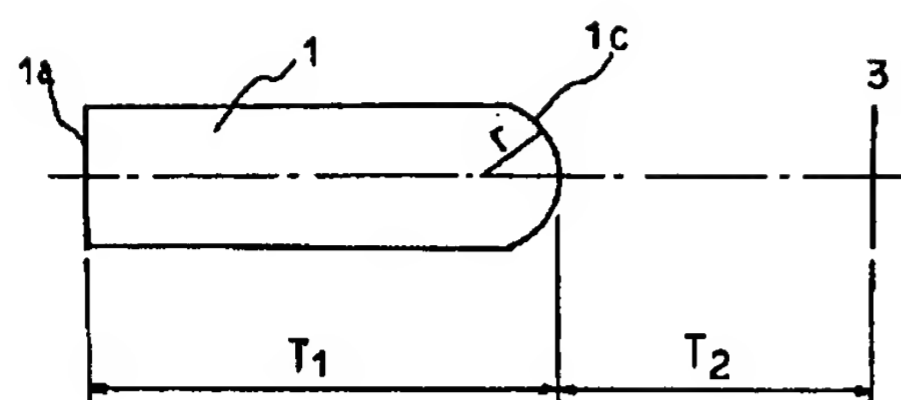
【図11】



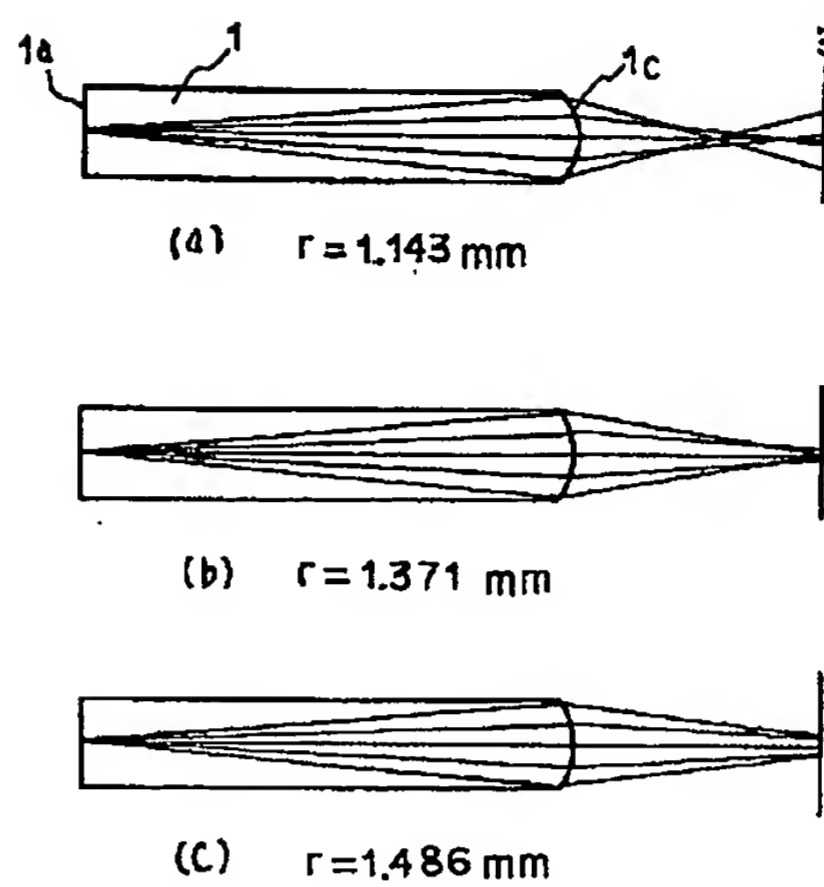
【図12】



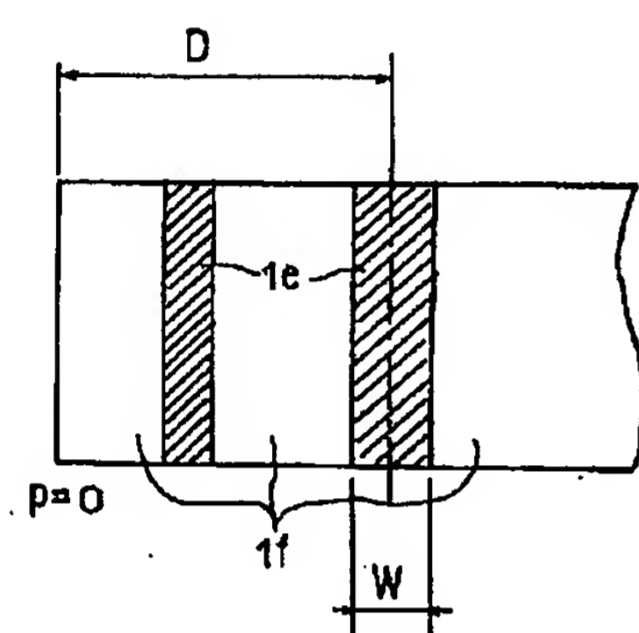
【図 1 3】



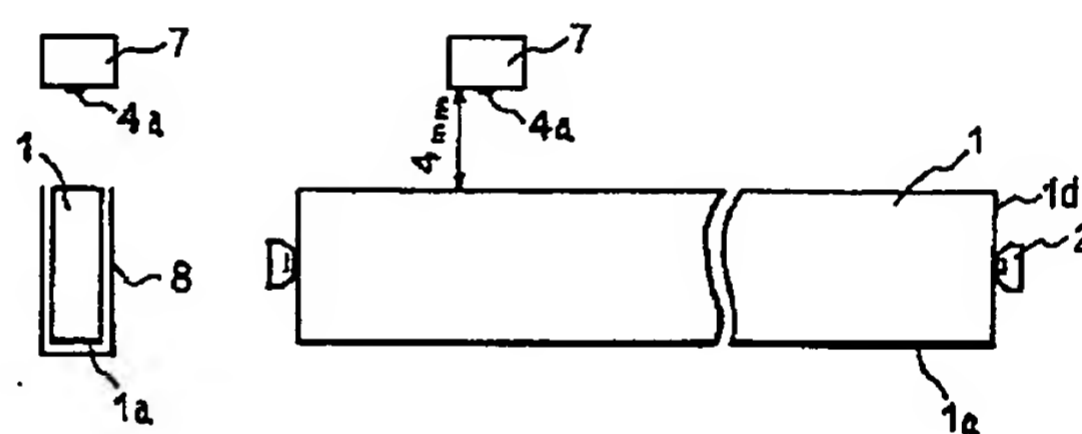
【図 1 4】



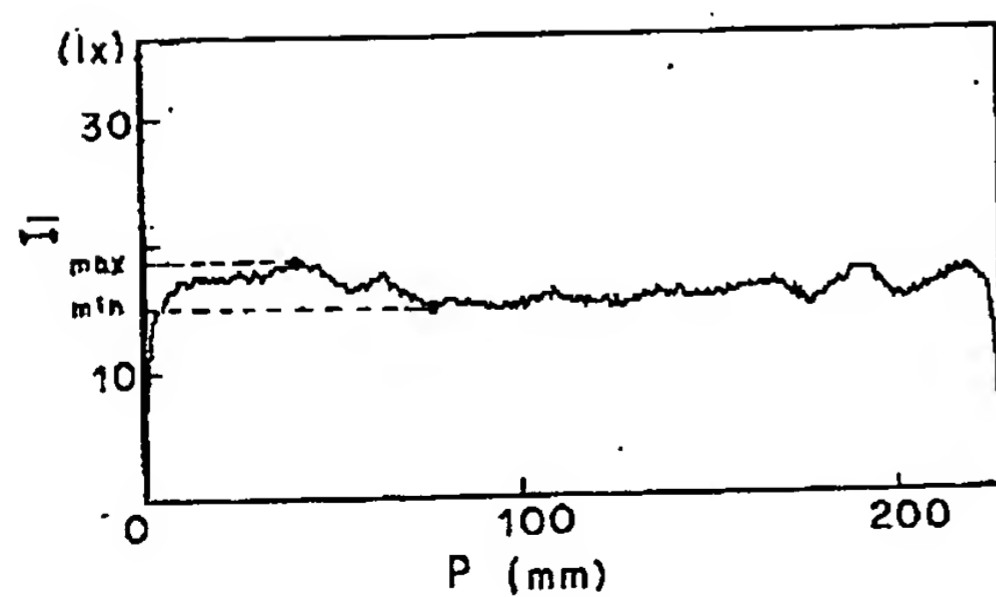
【図 1 6】



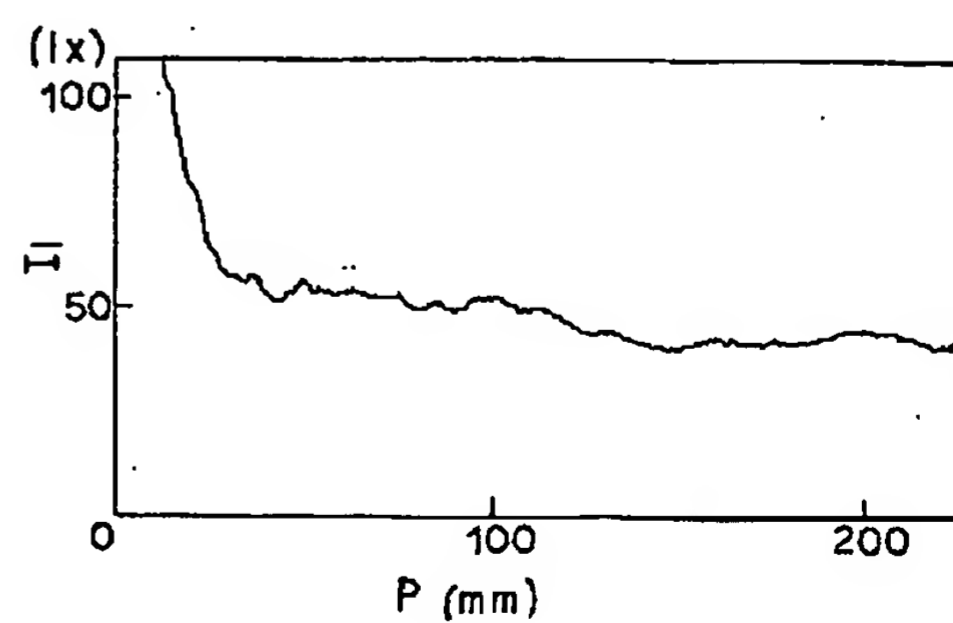
【図 1 7】



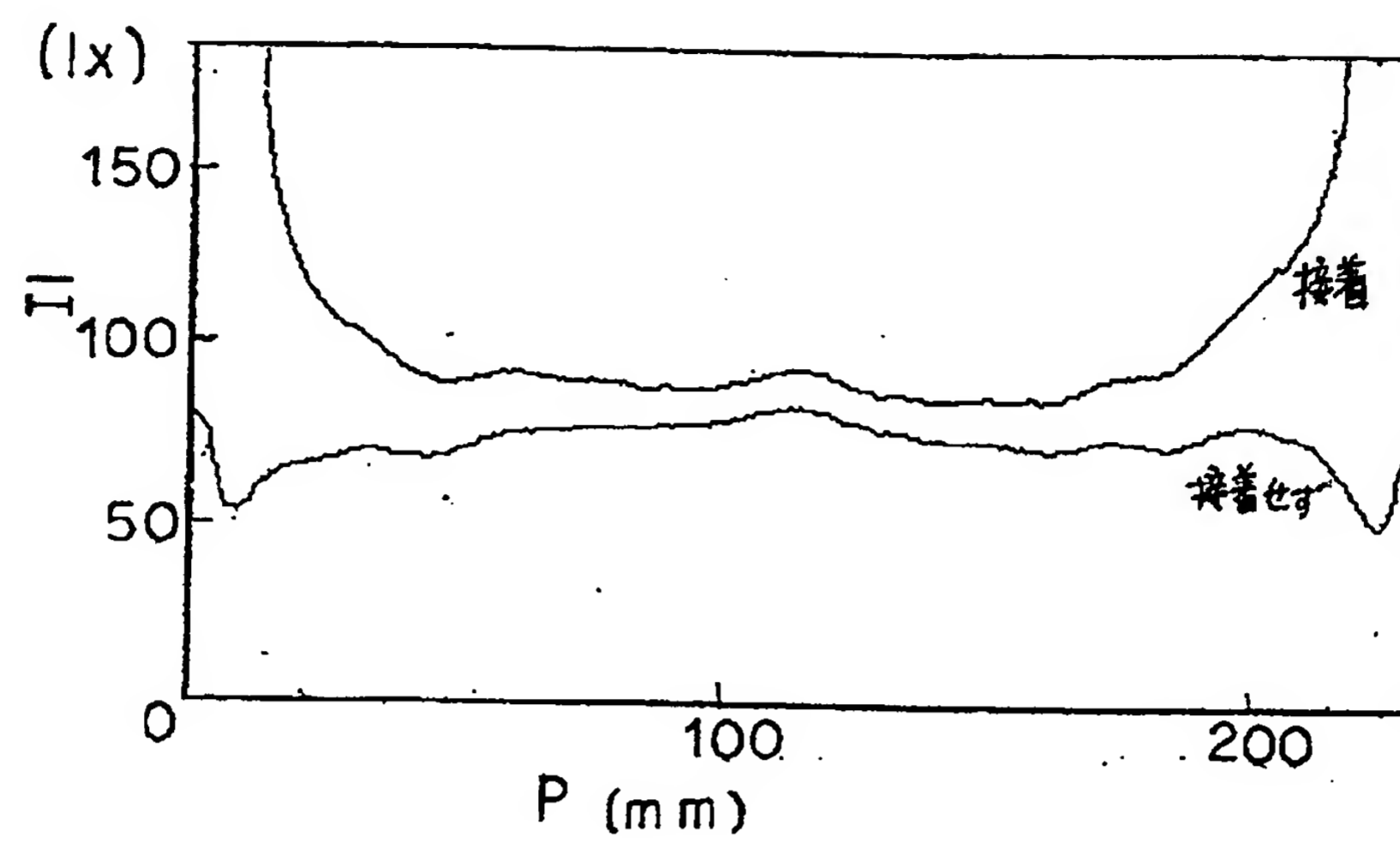
【図 1 8】



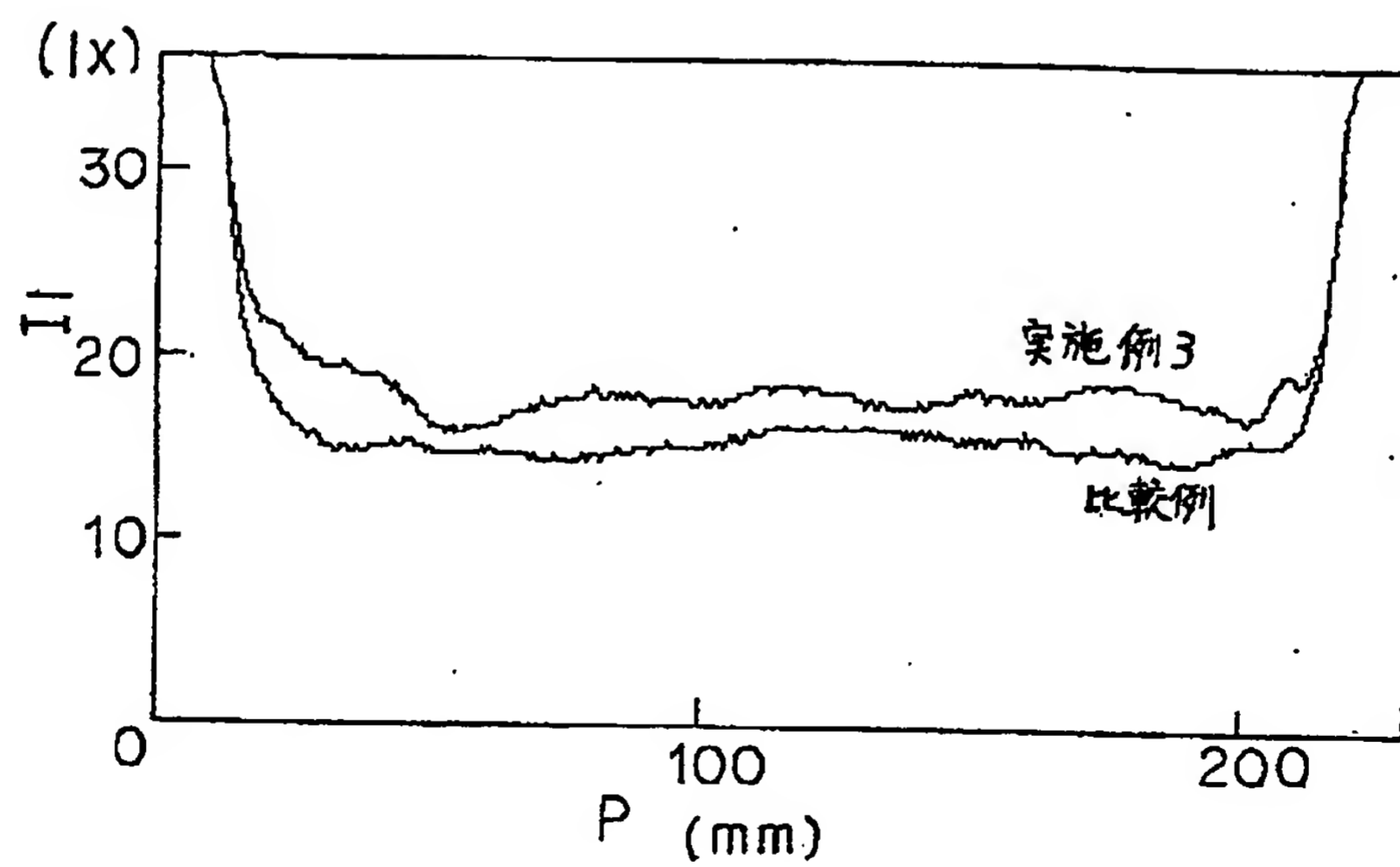
【図 2 1】



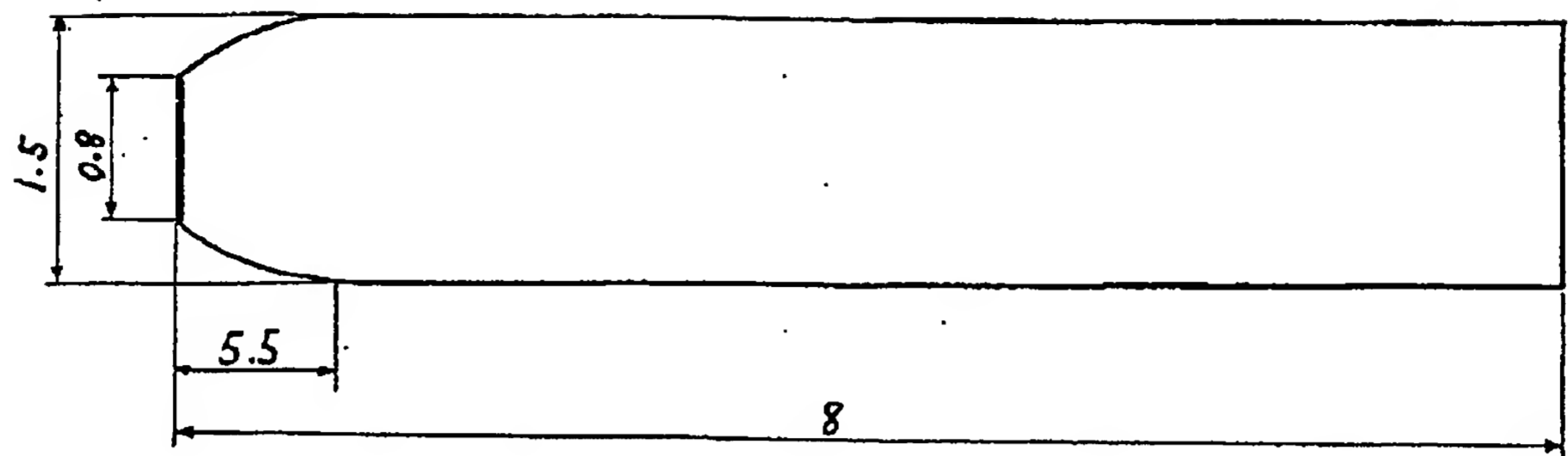
【図19】



【図20】



【図 2 2】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 T 1/00				
H 0 4 N 1/04	1 0 1	7251-5 C		

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.